

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 670 975

(21) N° d'enregistrement national :

91 15947

(51) Int Cl<sup>5</sup> : H 04 L 27/18, 27/32

(12)

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 20.12.91.

(30) Priorité : 21.12.90 US 633701.

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 26.06.92 Bulletin 92/26.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : Le rapport de recherche n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite: MOTOROLA, INC. —  
US.

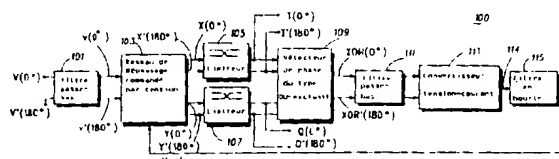
(72) Inventeur(s) : Hilbert Mark F., Gillig Steven F. et Heck  
Joseph P.

(73) Titulaire(s) :

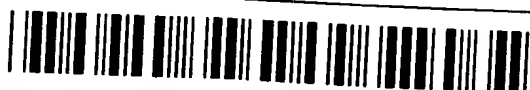
(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie.

(54) Appareil et procédé de production de signaux en quadrature de phase.

(57) Le générateur de signaux en quadrature selon l'inven-  
tion produit des signaux différentiels en phase (I,I') et des  
signaux différentiels en quadrature de phase (Q,Q'), qui  
sont dans une relation de quadrature valant précisément  
90°. Une boucle à asservissement de phase (100) com-  
prend un réseau de déphasage commandé par tension  
(103) et un nouveau détecteur de phase du type OU exclu-  
sif (109). Le réseau de déphasage commandé par tension  
(103) produit un déphasage pour les signaux différentiels  
en quadrature (I,I') et (Q,Q'). Le nouveau détecteur de  
phase du type OU exclusif (109) détermine l'erreur de  
phase existant entre les signaux différentiels en quadrature  
(I,I') et (Q,Q'). L'erreur de phase est liée à un signal de  
commande de tension ( $V_{CTL}$ ), qui est renvoyé au réseau de  
déphasage commandé par tension de façon à maintenir  
une relation de phase valant précisément 90° entre les si-  
gnaux différentiels en quadrature.



FR 2 670 975 - A1



La présente invention concerne de façon générale les générateurs de signaux et, plus particulièrement, un générateur de signaux qui produit des signaux différentiels en quadrature et maintient ces signaux avec précision suivant une relation de phase de  $90^{\circ}$ .

L'existence d'une relation de phase de  $90^{\circ}$  présentant un degré élevé de précision est une nécessité pour la mise en oeuvre de signaux d'émission modulés en quadrature et de signaux de réception démodulés en quadrature. De semblables systèmes de quadrature peuvent comporter un mélangeur, ou changeur, à bande latérale unique et un détecteur cohérent. Le signal de sortie d'un mélangeur à bande latérale unique idéal comprend une fréquence de porteuse voulue et une fréquence-image. En utilisant deux mélangeurs à bande latérale unique idéaux dans une configuration de modulateur en quadrature, on peut supprimer la fréquence-image. Un écart par rapport à  $90^{\circ}$  amène la suppression imparfaite de la fréquence-image et une dégradation de la fonction du modulateur ou du démodulateur.

De façon générale, les générateurs de signaux en quadrature classiques présentent une tolérance de précision qui dépend de la tolérance des composants formant le circuit. Puisqu'il est difficile d'obtenir une précision élevée pour les valeurs des composants, la phase de quadrature présente des différences avec une quadrature idéale.

Typiquement, pour les générateurs de signaux en quadrature classiques, il existe le problème posé par la détection précise d'un état de quadrature pour des signaux d'entrée présentant une large gamme d'amplitudes et des contenus d'harmoniques différents. Avec ces générateurs, il existe également un problème en ce qui concerne le maintien précis d'un état de quadrature sur une large gamme de fréquences et de températures.

Un autre problème se situe dans la production d'une paire de signaux de sortie en quadrature tels que les amplitudes et les formes des signaux déphasés soient égales aux amplitudes et aux formes des signaux non déphasés.

Un autre problème se rapporte à la difficulté qu'il y a à mettre en oeuvre un générateur de signaux en quadrature qui soit

bien adapté à la commande de mélangeurs symétriques. Les mélangeurs symétriques offrent une meilleure réjection d'alimentation et une meilleure précision lorsque le circuit associé est également symétrique.

05           Ainsi, face à ce déficit, il serait formidable de concevoir un générateur de signaux en quadrature précis qui surmonterait les situations pleines de problèmes ci-dessus décrites.

          Selon l'invention, un appareil produit, à partir d'un signal différentiel d'entrée, des signaux en phase et en quadrature  
10 de phase. Des signaux différentiels en quadrature sont produits en réponse à un signal différentiel d'entrée. Une variation par rapport à  $90^0$  entre les phases des signaux différentiels en quadrature est détectée. Un signal de commande est produit en réponse à la variation détectée. Les phases des signaux  
15 différentiels en quadrature sont ajustées en fonction du signal de commande.

          La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages ; elle s'appuie sur les dessins  
20 annexés, parmi lesquels :

          La figure 1 est un schéma de principe d'un générateur de signaux en quadrature précis à asservissement de phase, qui est conçu selon l'invention ;

          La figure 2 est un circuit représentant un réseau de déphasage commandé par tension, qui est contenu dans le générateur  
25 de signaux en quadrature précis à asservissement de phase de la figure 1 ; et

          La figure 3 est un circuit représentant un détecteur de phase du type OU exclusif, qui est contenu dans le générateur de  
30 signaux en quadrature précis à asservissement de phase de la figure 1.

          L'invention peut être avantageusement utilisée dans un émetteur ou un récepteur demandant des signaux en quadrature. Le mode de réalisation préférée de l'invention convient tout particu-  
35 lièrement pour la commande de mélangeurs symétriques. Une configuration à mélangeurs symétriques a pour avantages une meilleure

réjection d'alimentation et une meilleure précision lorsque le circuit associé est lui aussi symétrique. Si l'on utilise les avantages d'une configuration à mélangeurs symétriques, le traitement différentiel de composantes de signaux en phase et en quadrature de phase est mis en oeuvre par l'intermédiaire du générateur de signaux en quadrature tel que décrit dans le mode de réalisation préféré.

L'utilisation d'une boucle à asservissement de phase employant un filtre passe-bas, un réseau de déphasage commandé par tension, des limiteurs, un nouveau détecteur de phase précis du type OU exclusif, un deuxième filtre passe-bas, un convertisseur tension-courant précis, et un filtre en boucle conduit à une amélioration par rapport aux générateurs de signaux en quadrature classiques. L'utilisation d'un processus avancé de fabrication du type BiCMOS rend possible la mise en oeuvre de toute la fonction de la boucle à asservissement de phase dans un même circuit intégré. Le processus BiCMOS combine les avantages de la technique bijonction et de la technique CMOS.

Sur la figure 1, est présenté le schéma fonctionnel d'une boucle à asservissement de phase 100 qui produit des signaux différentiels en phase et des signaux différentiels en quadrature de phase selon l'invention. Les signaux différentiels en quadrature ( $I, I'$ ) et ( $Q, Q'$ ) peuvent être utilisés comme signaux d'entrée d'oscillateur local dans un modulateur en quadrature qui emploie des mélangeurs symétriques, ou pour le changement de fréquence (abaissement) d'un signal radio modulé en quadrature vers la bande de base dans un récepteur à conversion directe. Les signaux différentiels d'entrée ( $V, V'$ ) sont appliqués à un filtre passe-bas 101 afin de produire des signaux différentiels filtrés ( $v, v'$ ). Les signaux différentiels d'entrée ( $V, V'$ ) possèdent respectivement des composantes de signal de courant alternatif qui sont mutuellement déphasées de  $180^\circ$  et des composantes de signal de courant continu qui sont identiques. Le filtre passe-bas 101 contribue à l'appariement des formes d'onde des signaux déphasé et non déphasé par filtrage de tous les deuxièmes harmoniques présents dans les signaux différentiels d'entrée ( $V, V'$ ).

Les signaux différentiels filtrés ( $v, v'$ ) sont appliqués à un réseau de déphasage commandé par tension 103, qui produit deux paires de signaux différentiels déphasés ( $X, X'$ ) et ( $Y, Y'$ ). Les signaux différentiels déphasés ( $X, X'$ ) sont mutuellement déphasés de  $180^\circ$  et, de la même façon, les signaux différentiels déphasés ( $Y, Y'$ ) sont également déphasés de  $180^\circ$  l'un par rapport à l'autre. La différence de phase entre les signaux de chaque paire est une fonction d'une certaine tension de commande  $V_{CNTL}$ . Les signaux différentiels déphasés ( $X, X'$ ) et ( $Y, Y'$ ) sont ensuite traités à l'aide de limiteurs identiques 105 et 107 qui produisent des signaux différentiels en quadrature ( $I, I'$ ) et ( $Q, Q'$ ). Les limiteurs 105 et 107 assurent que les signaux différentiels en quadrature ( $I, I'$ ) et ( $Q, Q'$ ) possèdent sensiblement les mêmes formes d'onde et les mêmes amplitudes. Ces signaux différentiels en quadrature, qui présentent une relation de quadrature précise de  $90^\circ$ , sont utilisés pour exciter, ou commander, les circuits d'émission et de réception. Les signaux différentiels en quadrature sont également appliqués au nouveau détecteur de phase, du type OU exclusif, de précision, 109, lequel possède un signal de sortie différentiel détecté ( $XOR, XOR'$ ) ayant une valeur de courant continu moyenne proportionnelle à l'erreur de phase par rapport à une quadrature idéale. Un deuxième filtre passe-bas 111 extrait des signaux de sortie différentiels détectés ( $XOR, XOR'$ ) produits par le détecteur de phase du type OU exclusif 109 la valeur du courant continu moyen. Le deuxième filtre passe-bas 111 est couplé à un convertisseur tension-courant (de  $V$  en  $I$ ) précis 113, qui détermine la différence entre les deux niveaux de courant continu et transforme le résultat en un signal de courant appliqué sur une ligne 114. Un filtre en boucle 115 convertit le signal de courant présent sur la ligne 114 en un signal de commande de tension, soit  $V_{CNTL}$ , et maintient également la stabilité de la boucle. La tension de commande  $V_{CNTL}$  est renvoyée dans le réseau de déphasage commandé par tension 103 afin de maintenir une quadrature précise entre les signaux différentiels en quadrature ( $I, I'$ ) et ( $Q, Q'$ ) sur les sorties des limiteurs 105 et 107. Cette boucle à asservissement de phase est unique en ce qu'elle fait appel à un déphaseur commandé

par tension (VPS) plutôt qu'à un classique oscillateur commandé par tension (VCO).

05 Le problème de la production d'une paire de signaux de sortie différentiels en quadrature tels que les amplitudes et les formes des signaux déphasés soient égales aux amplitudes et aux formes des signaux non déphasés est surmonté grâce à l'utilisation de la combinaison d'éléments contenus dans la boucle à asservissement de phase 100. Le réseau de déphasage commandé par tension 103 conserve son amplitude d'entrée de sorte que la composante fondamentale de chaque paire de signaux déphasés différentiels ( $X, X'$ ) et ( $Y, Y'$ ) possède la même amplitude, mais, toutefois, si le signal d'entrée différentiel filtré fourni au réseau de déphasage commandé par tension 103 comporte des harmoniques élevés, les harmoniques contenus dans les signaux ( $X, X'$ ) seront déphasés de plus de  $90^\circ$  si bien que la forme et les pentes de passage par zéro des signaux ( $Y, Y'$ ) seront différentes de celles des signaux ( $X, X'$ ). Les limiteurs effectuent la correction de la distorsion d'amplitude, si bien que les signaux différentiels déphasés ( $I, I'$ ) et ( $Q, Q'$ ) des limiteurs sont presque identiques en ce qui concerne la forme d'onde. Le filtre passe-bas 101 qui précède le réseau de déphasage à commande par tension 103 contribue également à l'appariement des formes d'onde en éliminant par filtrage tous les deuxièmes harmoniques présents dans les signaux différentiels d'entrée ( $V, V'$ ). Une distorsion du type deuxième harmonique amènerait non seulement une rupture du coefficient d'utilisation à 50 % des signaux différentiels en quadrature ( $I, I'$ ) et ( $Q, Q'$ ), mais aussi un non-appariement de leurs coefficients d'utilisation. L'appariement des formes d'onde est essentiel lorsqu'on utilise ces signaux comme oscillateurs locaux dans des applications à des mélangeurs symétriques demandant une annulation précise de l'image.

30 Le déphasage de quadrature effectué sur le signal différentiel filtré ( $v, v'$ ) est produit à l'aide du réseau de déphasage commandé par tension 103, comme représenté sur la figure 2. Le déphasage est réalisé à l'aide d'un montage en pont RC, excité  
35 suivant une configuration équilibrée par un amplificateur diffé-

rentiel à transistors. La transformée de Laplace du signal déphasé différentiel Y est :

$$Y(s) = X(s) [-sRC/(1+sRC) + 1/(1+sRC)] = X(s) (1-sRC)/(1+sRC),$$

05

où  $(1-sRC)/(1+sRC)$  peut être représenté dans l'état stationnaire par le vecteur de Fresnel  $1/[-2\arctg(\omega RC)]$  et, lorsque  $\omega RC=1$ ,  $X(s)$  peut être représenté par le vecteur de Fresnel  $X/(-90)$ . La transformée de Laplace pour Y' est :

10

$$-Y(s) = X(s) [sRC/(1+sRC) - 1/(1+sRC)] = -X(s) (1-sRC)/(1+sRC),$$

15

qui peut, de même, être représenté dans l'état stationnaire par le vecteur de Fresnel  $X/(90)$ . Pour un signal différentiel d'entrée sinusoïdal, les signaux déphasés différentiels (Y, Y') sont à  $90^\circ$  des signaux déphasés différentiels (X, X') lorsque  $\omega=1/RC$ .

20

Pour résoudre le problème de la séparation d'un signal en des composantes de quadrature dont la phase pourrait varier par rapport à la quadrature idéale, on polarise les transistors PMOS 201 et 203 dans la région linéaire (résistive) afin de créer un déphaseur commandé par tension. On fait varier les tensions de grille des PMOS pour produire le déphasage. Les transistors PMOS 201 et 203 jouent également un rôle dans la résolution du problème du maintien précis d'un état de quadrature sur une large étendue de

25

fréquences et de températures. Même si l'application demande que le fonctionnement s'effectue exactement à une certaine fréquence, la sensibilité demandée devrait être suffisamment grande pour couvrir la tolérance des éléments R et C du pont. De plus, si les signaux différentiels déphasés (X, X') n'étaient pas strictement monochromatiques, le déphasage des harmoniques serait différent de  $90^\circ$  (soit  $-2\arctg(n\omega_0 RC)$ ,  $n$  étant le numéro d'harmonique), ce qui amènerait une erreur de phase de passage par zéro de plusieurs

30

dizaines de degrés par rapport à la quadrature, où  $\omega_0=1/RC$ . La réaction apportée par la boucle corrige ceci, mais la sensibilité

35

de déphasage doit être assez grande pour que la boucle puisse compenser cette erreur due au non-monochromatisme pur des signaux

d'entrée. On avait initialement pensé mettre en oeuvre le système complet sur un circuit intégré et employer une capacité émetteur-base NPN comme élément de variation de la tension pour le déphaseur, mais, toutefois, la relation typique de la capacité en fonction de la tension est, pour cette jonction,  $C = C_0 / (1/V_{eb})^{0,55}$ . La sensibilité nominale est, dans ce cas, d'environ  $12^\circ$  par volt, ce qui est très insuffisant pour couvrir les plus grandes variations envisageables pour la tolérance des valeurs de résistance et de capacité et de la température. L'utilisation des transistors PMOS 201 et 203 dans leur région résistive au titre de l'élément de variation de la tension a beaucoup amélioré la sensibilité et offre la possibilité, en raison des avantages des processus BiCMOS avancés, de mettre en oeuvre toute la fonction sur un seul circuit intégré. La tension grille-source des transistors PMOS 201 et 203 est représentée, après ajustement par le signal de commande de tension  $V_{CNTL}$ , par  $R_{ds} = 1 / [\mu C_{ox} W / L (V_{gs} - V_t)]$ . Avec l'utilisation des transistors PMOS 201 et 203, la sensibilité nominale devient alors d'environ  $100^\circ$  par volt. Ceci couvre non seulement les variations de la tolérance des valeurs de résistance et de capacité et de la température, mais permet en outre un fonctionnement en quadrature à asservissement de phase sur une large gamme de fréquences d'entrée.

Le détecteur de phase, du type OU exclusif, de précision 109 est représenté de manière plus détaillée sur la figure 3. L'amélioration obtenue par rapport aux modèles existants est due au fait que des retards égaux sont fournis aux signaux différentiels d'entrée en quadrature ( $I, I'$ ) et ( $Q, Q'$ ), ce qui est une caractéristique essentielle pour la détection de l'état de quadrature de phase. Par exemple, à 100 MHz,  $1^\circ$  d'erreur de phase correspond à  $10/360 = 0,0278$  ns. Deux portes OU exclusif CML (c'est-à-dire logique à couplage en courant) normalisées sont respectivement indiquées par XOR 1 et XOR 2. La première porte OU exclusif XOR 1 comprend 6 transistors NPN 301 à 306. La deuxième porte OU exclusif XOR 2 est représentée par 6 transistors NPN 307 à 312. Des diodes 313 à 316 et des sources de courant 317 à 320 sont prévues pour maintenir les transistors (305, 306, 311, 312) dans leur région active de fonctionnement. Les deux portes OU exclusif XOR 1 et



XOR 2 sont connectées de telle manière que les signaux différentiels en phase ( $I, I'$ ) soient appliqués aux paires de transistors supérieurs (transistors NPN 301 à 304) de la première porte XOR 1 et soient également couplés en parallèle à la paire de transistors inférieurs (transistors NPN 311 et 312) de la deuxième porte XOR 2. De même, les signaux différentiels d'entrée en quadrature de phase ( $Q, Q'$ ) sont appliqués aux paires de transistors supérieurs (transistors NPN 307 à 310) de la deuxième porte XOR 2 et sont également appliqués en parallèle à la paire de transistors inférieurs (transistors NPN 305 et 306) de la première porte XOR 1. Se trouve donc éliminé le déséquilibre de retard typique d'une porte OU exclusif normalisée qui est provoqué par la différence entre le temps pour qu'un signal soit propagé, depuis les signaux d'entrée de la paire de transistors supérieurs jusqu'aux signaux de sortie détectés ( $XOR, XOR'$ ), et le temps nécessaire pour que l'autre signal soit propagé, depuis les signaux d'entrée de la paire inférieure jusqu'aux signaux de sortie détectés ( $\bar{X}OR, \bar{X}OR'$ ). Dans le cas présent, chaque signal passe à la fois dans une paire supérieure et une paire inférieure, et le retard moyen de chaque signal elle-même.

Alors que le mode de réalisation préféré décrit les avantages du nouveau détecteur de phase possédant les signaux d'entrée différentiels ( $I, I'$ ) et ( $Q, Q'$ ), un autre mode de réalisation possible peut comporter un nouveau détecteur de phase qui possède des signaux d'entrée asymétriques ( $I'', Q''$ ). Dans cet autre mode de réalisation, il existe dans les signaux d'entrée asymétriques ( $I'', Q''$ ) une composante de signal de courant alternatif et une composante de signal de courant continu qui sont appliquées aux mêmes entrées OU exclusif que les signaux d'entrée ( $I, Q$ ) du mode de réalisation préféré. Des signaux d'entrée ( $I''', Q'''$ ) possèdent seulement une composante de signal de courant continu qui correspond à la composante de signal de courant continu des signaux d'entrée asymétriques ( $I'', Q''$ ). Les signaux d'entrée de courant continu ( $I''', Q'''$ ) sont appliqués aux mêmes entrées OU exclusif que les signaux d'entrée ( $I', Q'$ ) du mode de réalisation préféré. Le signal différentiel en quadrature, soit  $I, Q$ , et le signal asymé-

05 trique en quadrature ( $I''$ ,  $Q''$ ) possèdent tous deux une composante de signal de courant alternatif et une composante de signal de courant continu où la phase de la composante de signal de courant alternatif de I et de Q peut être la même, respectivement, que pour la composante de signal de courant alternatif de  $I''$  et  $Q''$ . Le signal différentiel en quadrature ( $I'$ ,  $Q'$ ) comprend une composante de signal de courant alternatif et une composante de signal de courant continu, mais les signaux d'entrée ( $I''$ ,  $Q''$ ) possèdent simplement une composante de signal de courant continu.

10 Le déséquilibre typique des retards produit dans une porte OU exclusif normalisée par la différence entre le temps nécessaire pour qu'un signal soit propagé dans les paires de transistors supérieurs et le temps nécessaire pour que l'autre signal soit propagé dans la paire de transistors inférieurs se trouve éliminé. Chacun des signaux d'entrée asymétriques ( $I''$ ,  $Q''$ ) se déplace maintenant à la fois dans une paire supérieure et une paire inférieure, et le retard moyen de chaque signal est le même. Grâce à l'utilisation du détecteur de phase du type OU exclusif, l'erreur de phase par rapport à la quadrature idéale peut être déterminée par l'un ou l'autre des deux procédés. Le premier procédé détecte l'erreur de phase en déterminant la différence entre les deux signaux de sortie. Le deuxième procédé détecte l'erreur de phase en déterminant la différence entre un signal de sortie et un signal de référence de courant continu indépendant.

25 Ainsi, un nouveau générateur de signaux en quadrature de précision a été décrit. Le nouveau générateur de signaux en quadrature peut produire de façon précise un état de quadrature précis, avec un signal d'entrée qui présente une large gamme d'amplitudes et des contenus d'harmoniques différents. Il peut également maintenir de façon précise un état de quadrature sur une large gamme de fréquences et de températures. Les amplitudes et les formes des signaux déphasés sont égales aux amplitudes et aux formes des signaux non déphasés. Les signaux différentiels en quadrature produits peuvent être utilisés avantageusement avec des mélangeurs symétriques, ce qui permet d'améliorer les performances des émetteurs et des récepteurs.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir des appareils et des procédés dont la description vient d'être donnée à titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses autres variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

05

REVENDEICATIONS

1. Appareil permettant de produire des signaux en phase (I) et en quadrature de phase (Q) à partir d'un signal différentiel d'entrée (V,V'), l'appareil étant caractérisé par :

un moyen (101, 103, 105, 107) servant à produire des signaux différentiels en quadrature (I,Q,I',Q') en réponse au signal différentiel d'entrée (V,V') ;

un moyen (109) servant à détecter une variation par rapport à  $90^0$  dans les phases séparant lesdits signaux différentiels en quadrature (I,Q,I',Q') ;

un moyen (111, 113, 115) servant à produire un signal de commande ( $V_{CNTL}$ ) en réponse à ladite variation détectée ; et

un moyen (201, 203) servant à ajuster les phases desdits signaux différentiels en quadrature (I,Q,I',Q') en fonction dudit signal de commande ( $V_{CNTL}$ ).

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit moyen (101, 103, 105, 107) servant à produire des signaux différentiels en quadrature comprend :

un moyen (101) servant à filtrer ledit signal différentiel d'entrée (V,V') afin de produire un signal différentiel filtré (v,v') ;

un moyen (103) servant à déphaser ledit signal différentiel filtré (v,v') afin de produire des signaux différentiels en quadrature déphasés (X,Y,X',Y') ; et

un moyen (105, 107) servant à limiter lesdits signaux différentiels en quadrature déphasés afin de produire lesdits signaux différentiels en quadrature (I,Q,I',Q').

3. Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit moyen de déphasage (103) comprend un réseau de déphasage commandé par la tension, qui comporte essentiellement un montage en pont résistance-capacité excité suivant une configuration symétrique par un amplificateur différentiel.

4. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit moyen de détection (109) comporte :

(a) des premier et deuxième détecteurs de phase du type OU exclusif (XOR 1, XOR 2), chaque détecteur de phase du type OU exclusif comportant des première et deuxième paires de ports d'entrée et des premier et deuxième signaux de sortie ;

05 (b) un moyen servant à combiner, à l'intérieur dudit premier détecteur de phase de type OU exclusif (XOR 1), ledit signal différentiel en phase (I,I') avec ledit signal différentiel en quadrature de phase (Q,Q') afin de produire lesdits premier et deuxième signaux de sortie dudit premier détecteur de phase de type  
10 OU exclusif ;

(c) un moyen servant à combiner, à l'intérieur dudit deuxième détecteur de phase de type OU exclusif (XOR 2), ledit signal différentiel en phase (I,I') avec ledit signal différentiel en quadrature de phase (Q,Q') afin de produire lesdits premier et  
15 deuxième signaux de sortie dudit deuxième détecteur de phase de type OU exclusif ;

(d) un moyen servant à produire un premier signal de sortie détecté (XOR) par addition desdits premiers signaux de sortie desdits premier et deuxième détecteurs de phase de type OU  
20 exclusif ; et

(e) un moyen servant à produire un deuxième signal de sortie détecté (XOR') par addition desdits deuxièmes signaux de sortie desdits premier et deuxième détecteurs de phase de type OU exclusif.

25 5. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit moyen servant à produire ledit signal de commande par tension comprend :

un moyen (111) servant à filtrer les signaux différentiels détectés afin de produire des signaux de courant continu ;

30 un moyen (113) servant à comparer lesdits signaux de courant continu afin de produire un signal de courant d'erreur (114) ; et

un moyen (115) servant à filtrer ledit signal de courant d'erreur (114) afin de produire ledit signal de commande ( $V_{CNTL}$ ).

6. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit moyen d'ajustement comprend un dispositif à résistance variable qui répond audit signal de commande ( $V_{CNTL}$ ).

05 7. Procédé permettant de produire des signaux en phase et en quadrature de phase à partir d'un signal différentiel d'entrée ( $V, V'$ ), le procédé étant caractérisé par les opérations suivantes :

produire des signaux différentiels en quadrature ( $I, Q, I', Q'$ ) en réponse au signal différentiel d'entrée ( $V, V'$ ) ;

10 détecter une variation par rapport à  $90^\circ$  dans les phases séparant lesdits signaux différentiels en quadrature ( $I, Q, I', Q'$ ) ;

produire un signal de commande ( $V_{CNTL}$ ) en fonction de ladite variation détectée ; et

15 ajuster les phases desdits signaux différentiels en quadrature ( $I, Q, I', Q'$ ) en fonction dudit signal de commande ( $V_{CNTL}$ ).

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'opération de détection (109) comprend les opérations suivantes :

20 (a) détecter une variation de phase à l'aide d'un premier et d'un deuxième détecteur de phase du type OU exclusif (XOR 1, XOR 2), chaque détecteur de phase de type OU exclusif comportant des première et deuxième paires de ports d'entrée et des premier et deuxième signaux de sortie ;

25 (b) combiner, à l'intérieur dudit premier détecteur de phase de type OU exclusif (XOR 1), ledit signal différentiel en phase ( $I, I'$ ) avec ledit signal différentiel en quadrature de phase ( $Q, Q'$ ) pour produire lesdits premier et deuxième signaux de sortie dudit premier détecteur de phase de type OU exclusif ;

30 (c) combiner, à l'intérieur dudit deuxième détecteur de phase de type OU exclusif (XOR 2), ledit signal différentiel en phase ( $I, I'$ ) avec ledit signal différentiel en quadrature de phase ( $Q, Q'$ ) afin de produire lesdits premier et deuxième signaux de sortie dudit deuxième détecteur de phase de type OU exclusif ;

35 (d) produire un premier signal de sortie détecté (XOR) en additionnant lesdits premiers signaux de sortie desdits premier et deuxième détecteurs de phase de type OU exclusif ; et

(e) produire un deuxième signal de sortie détecté (XOR') en additionnant lesdits deuxièmes signaux de sortie desdits premier et deuxième détecteurs de phase de type OU exclusif.

05 9. Appareil permettant de détecter une variation par rapport à  $90^\circ$  dans la phase séparant des signaux en quadrature, l'appareil étant caractérisé par :

(a) des premier et deuxième détecteurs de phase du type OU exclusif (XOR 1, XOR 2), chaque détecteur de phase de type OU exclusif comportant un premier, un deuxième, un troisième et un  
10 quatrième port d'entrée et produisant des premier et deuxième signaux de sortie ;

(b) un moyen servant à combiner, à l'intérieur dudit premier détecteur de phase de type OU exclusif (XOR 1), un premier  
15 signal (I), un deuxième signal (I'), un troisième signal (Q) et un quatrième signal (Q'), qui sont respectivement appliqués auxdits premier, deuxième, troisième et quatrième ports d'entrée, afin de produire lesdits premier et deuxième signaux de sortie dudit premier détecteur de phase de type OU exclusif ;

(c) un moyen servant à combiner, à l'intérieur dudit deuxième détecteur de phase de type OU exclusif (XOR 2), ledit  
20 troisième signal (Q), ledit quatrième signal (Q'), ledit premier signal (I) et ledit deuxième signal (I'), respectivement appliqués auxdits premier, deuxième, troisième et quatrième ports d'entrée, afin de produire lesdits premier et deuxième signaux de sortie dudit deuxième détecteur de phase de type OU exclusif ;  
25

(d) un moyen servant à produire un premier signal de sortie détecté (XOR) par addition desdits premiers signaux de sortie desdits premier et deuxième détecteurs de phase de type OU exclusif ; et

30 (e) un moyen servant à produire un deuxième signal de sortie détecté (XOR') par addition desdits deuxièmes signaux de sortie desdits premier et deuxième détecteurs de phase de type OU exclusif.

35 10. Procédé permettant de détecter une variation par rapport à  $90^\circ$  dans la phase séparant des signaux en quadrature, le procédé étant caractérisé par les opérations suivantes :

(a) détecter une variation de phase à l'aide d'un premier et d'un deuxième détecteur de phase du type OU exclusif (XOR 1, XOR 2), chaque détecteur de phase de type OU exclusif comportant, un premier, un deuxième, un troisième et un quatrième port d'entrée et produisant des premier et deuxième signaux de sortie ;

05 (b) combiner, à l'intérieur dudit premier détecteur de phase de type OU exclusif (XOR 1), un premier signal (I), un deuxième signal (I'), un troisième signal (Q) et un quatrième signal (Q'), qui sont respectivement appliqués auxdits premier, deuxième, troisième et quatrième ports d'entrée, afin de produire

10 lesdits premier et deuxième signaux de sortie dudit premier détecteur de phase de type OU exclusif ;

(c) combiner, à l'intérieur dudit deuxième détecteur de phase de type OU exclusif (XOR 2), ledit troisième signal (Q), ledit quatrième signal (Q'), ledit premier signal (I) et ledit deuxième signal (I'), qui sont respectivement appliqués audit premier, deuxième, troisième et quatrième ports d'entrée, afin de produire lesdits premier et deuxième signaux de sortie dudit

15 deuxième détecteur de phase de type OU exclusif ;

(d) produire ledit premier signal de sortie détecté (XOR) par addition desdits premiers signaux de sortie desdits premier et deuxième détecteurs de phase de type OU exclusif ; et

20 (e) produire ledit deuxième signal de sortie détecté (XOR') par addition desdits deuxième signaux de sortie desdits premier et deuxième détecteurs de phase de type OU exclusif.



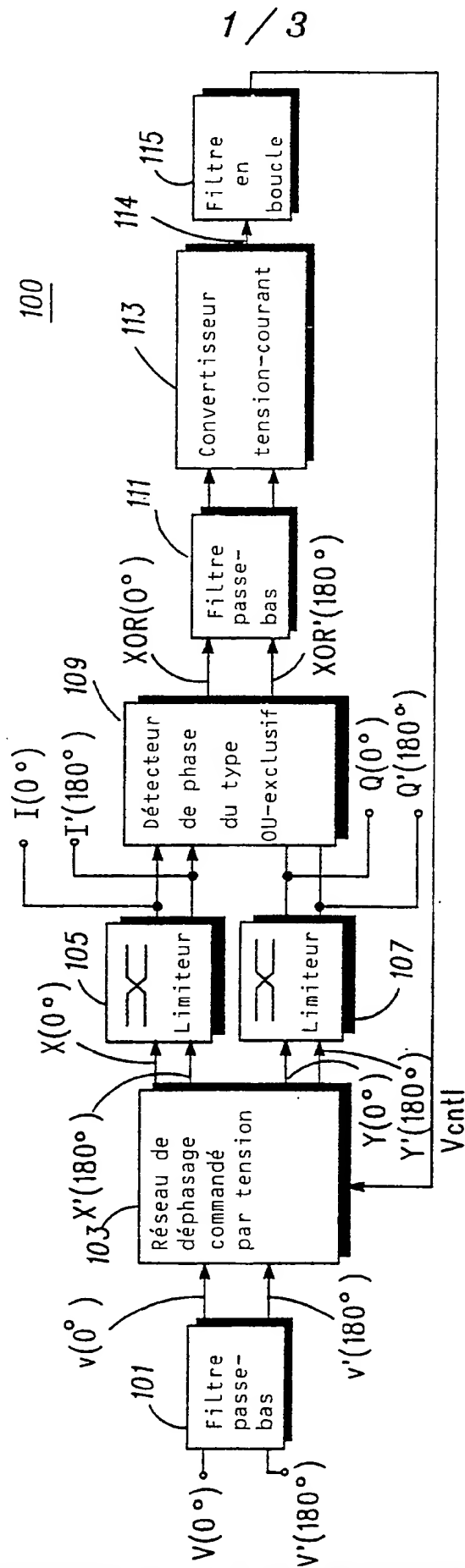
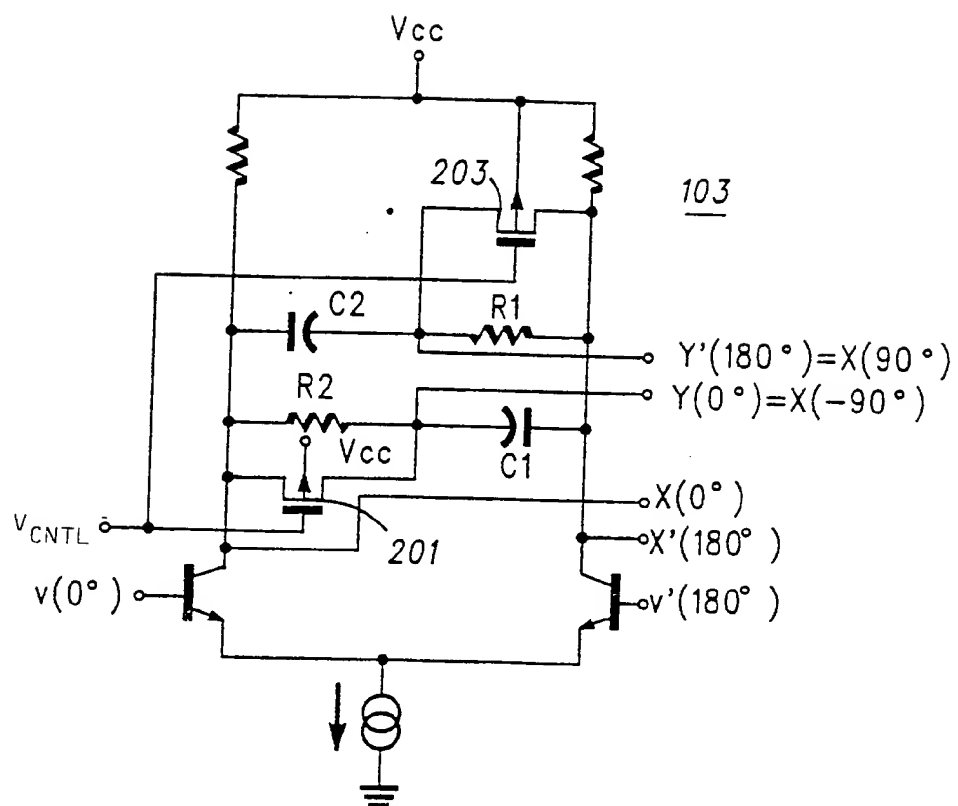


FIG. 1

2 / 3

**FIG. 2**

3 / 3

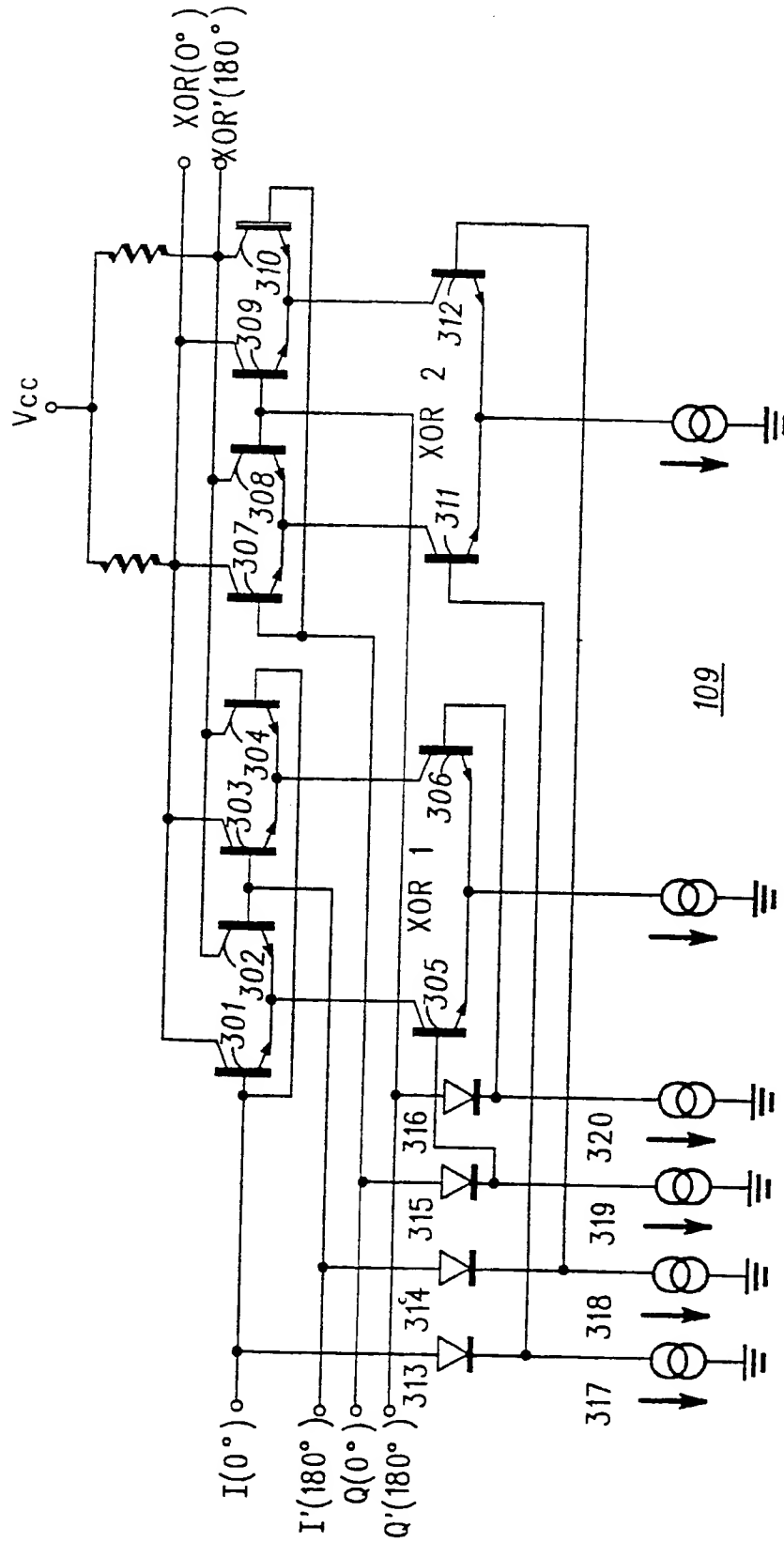


FIG. 3